

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年1月26日(26.01.2017)



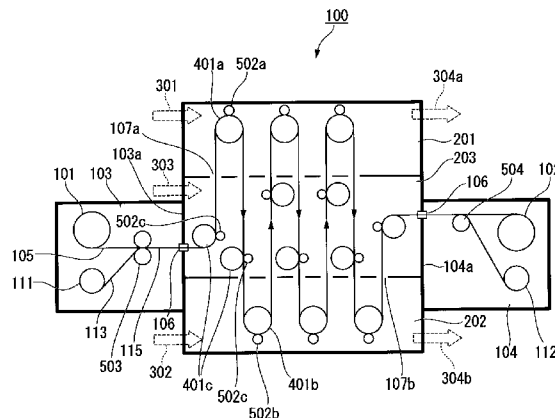
(10) 国際公開番号
WO 2017/014092 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 16/54 (2006.01) *H01L 21/316* (2006.01)
H01L 21/31 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/070445
- (22) 国際出願日: 2016年7月11日(11.07.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-143154 2015年7月17日(17.07.2015) JP
特願 2015-252575 2015年12月24日(24.12.2015) JP
- (71) 出願人: 凸版印刷株式会社(TOPPAN PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 佐々木 康裕(SASAKI Yasuhiro); 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 鈴木 史朗, 外(SUZUKI Shirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: WINDING FILM FORMATION APPARATUS FOR ATOMIC LAYER DEPOSITION AND ATOMIC LAYER DEPOSITION METHOD

(54) 発明の名称: 原子層堆積巻き取り成膜装置、原子層堆積方法



(57) Abstract: A winding film formation apparatus for atomic layer deposition is provided with: an unwinding device configured so that a substrate and a conveyance-assisting material are unwound, a member on which a film is to be formed in which said conveyance-assisting material has been peelably laminated on one surface of the substrate is formed, and said member on which the film is to be formed is dispensed; a first vacuum air chamber into which a first precursor gas is introduced; a second vacuum air chamber into which a second precursor gas is introduced; a third vacuum air chamber that is provided between the first vacuum air chamber and the second vacuum air chamber and into which a purge gas is introduced; a conveyance mechanism, which has holding parts for holding the two edges in the width direction of the member on which the film is to be formed and which is for conveying the member on which the film is to be formed to the first vacuum air chamber, the second vacuum air chamber and the third vacuum air chamber; and a winding device for winding the substrate of the member on which the film is formed that has been dispensed from the conveyance mechanism. The member on which the film is formed is alternately passed through the first vacuum air chamber and the second vacuum air chamber multiple times by the conveyance mechanism to deposit an atomic layer on the other surface of the substrate in the member on which the film is formed and form an atomic layer deposition film.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/014092 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

原子層堆積巻き取り成膜装置は、基材と搬送補助材とをそれぞれ巻き出し、前記基材の一方の面に前記搬送補助材が剥離可能に積層された被成膜部材を形成し、前記被成膜部材を送り出すように構成される巻き出し装置と、第一前駆体ガスが導入される第一真空気室と、第二前駆体ガスが導入される第二真空気室と、前記第一真空気室と前記第二真空気室との間に設けられ、パージガスが導入される第三真空気室と、前記被成膜部材の幅方向両端部を保持する保持部を有し、前記被成膜部材を、前記第一真空気室、前記第二真空気室、および前記第三真空気室に搬送する搬送機構と、前記搬送機構から送り出された前記被成膜部材の前記基材を巻き取る巻き取り装置と、を備え、前記搬送機構により、前記被成膜部材を前記第一真空気室および前記第二真空気室を交互に複数回通過させて、前記被成膜部材における前記基材の他方の面に原子層を堆積させて原子層堆積膜を形成する。

明 細 書

発明の名称： 原子層堆積巻き取り成膜装置、原子層堆積方法

技術分野

[0001] 本発明は、巻き取り可能な可撓性基材の表面に、連続的に原子層を堆積させて成膜を行う原子層堆積法を用いた原子層堆積巻き取り成膜装置、原子層堆積方法に関する。

本願は、2015年7月17日に日本に出願された特願2015-143154号及び2015年12月24日に日本に出願された特願2015-252575号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 紙又はプラスチックフィルム等の長尺の巻き取り可能な基材を真空中で巻き戻し、蒸着又はスパッタ等の成膜方法により金属又は金属酸化物等を連続的に成膜する技術がある。この技術は、金銀系に用いられる金属光沢フィルム、食品包装のガスバリアフィルム、フィルムコンデンサーの電極、反射防止等の光学フィルムの製造方法として利用されている。近年、有機半導体を利用した、可撓性基材の有機ELディスプレイ、有機EL照明、有機太陽電池の開発のために、水蒸気透過率が 10^{-6} [g / (m² · day)] というガスバリア性を有し、厚みは基板フィルムを含めて10 μm程度の透明ガスバリアフィルムの商品化の要望が高まっている。

[0003] この要望に応えるべく、原子層堆積法を利用した巻き取り装置の検討がなされている。

原子層堆積法は、緻密な薄膜を形成する方法として知られている。原子層堆積法の特徴の優位性の観点から、原子層堆積法は、DRAMまたはTFTにおける絶縁膜を形成する際に使用されている。

従来、薄膜の堆積工程は、バッチ処理によって行われている。生産性を向上させるために、Siウェーハを複数枚同時処理するために開発された装置・技術が用いられている。しかしながら、その生産性には限界がある。また

、これらのバッチ処理装置においては、巻き取り可能な基材に連続的に成膜をおこなうことはできない。

この問題を解決するために、特許文献 1、2 に示される装置が提案されている。

[0004] 特許文献 1、2 には、連続的に原子層堆積法で薄膜を形成する技術が示されている。

原子層を堆積する工程においては、第一前駆体を基材表面に吸着させる工程、余剰の第一前駆体をパージする工程、第一前駆体を第二前駆体に暴露させることによって第一前駆体と第二前駆体とを反応させる工程、及び余剰の第二前駆体をパージする工程を有する原子層堆積工程のサイクルが複数回繰り返される。これにより、所望の膜厚の薄膜を得ることができる。

なお、前駆体としては、例えば、非特許文献 1 に記載の材料が使用できる。

[0005] 一般的に、原子層堆積の 1 サイクルでは、0.01 nm 以上 0.2 nm 以下程度、平均的には、0.1 nm 程度の層が形成される。

所望の膜厚は、用途によって変わる。10⁻⁶ [g / (m² · day)] 以下の水蒸気透過性の高バリア性の膜を得るには、酸化アルミニウムの場合、10 nm 以上必要であることが一般的に知られている。

従って、膜厚が 10 nm の酸化アルミニウム層を得るには、一般的な原子層堆積サイクルを 100 サイクル行う必要がある。

[0006] 一方、特許文献 3 では、回転ドラムを用いた巻き取り式原子層堆積装置が開示されている。この装置では、基材が回転ドラム上に位置する間に、原子層が基材上に堆積される。

また、特許文献 4 では、散布マニホールドを用いた巻き取り式原子層堆積装置が開示されている。この装置では、基材が散布マニホールドの近傍を通過する過程で原子層が基材上に堆積される。

[0007] さらに、特許文献 5 に記載の装置が提案されている。この装置では、基材両端部の保持部以外は基材と接触しておらず、巻き取り可能な基材への安定

した原子層堆積膜の連続処理が可能である。

[0008] また、特許文献6に記載されるように、基材の座屈を低減させる対応を図った装置が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：国際公開第07／112370号

特許文献2：日本国特表2009－540122号公報

特許文献3：日本国特表2007－522344号公報

特許文献4：日本国特表2009－531548号公報

特許文献5：日本国特許第5206908号公報

特許文献6：国際公開第13／180005号

非特許文献

[0010] 非特許文献1：エム・リタラ（M. Ritala他1名、「アトミック・レイヤー・デポジション（Atomic Layer Deposition）」、ハンドブック・オブ・ティン・フィルム・マテリアルズ（Handbook of Thin Film Materials）、アメリカ合衆国、アカデミックプレス（Academic Press）、2002年、第1巻、第2章、P. 103－159

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、特許文献1、2に記載の装置では、10nmの膜厚の原子層堆積膜を得るために、基材は、100セットのガイドローラを通過しなければならない。すなわち、原子層堆積膜は、100回ガイドローラに接触する。原子層堆積膜とガイドローラとの接触に伴う擦れまたはスリップにより、原子層堆積膜の損傷またはパーティクルの発生の恐れがある。

また、損傷又はパーティクルが原子層堆積膜に付着することにより、原子層堆積膜の性能が低下する恐れがある。

[0012] 従来の食品包装用ガスバリアフィルムに要求される性能は、水蒸気透過率で 10^{-1} [g / (m² · d a y)] 程度であり、小さな欠陥（擦り傷、ピンホール、パーティクル付着等）は問題とはならない。

しかしながら、有機ＥＬディスプレイやポリマー太陽電池の用途として、また、有機半導体の用途として、高い性能、例えば、水蒸気透過率が 10^{-6} [g / (m² · d a y)] 以下という性能が要求されている。そのため、小さな欠陥が上記デバイスに生じている場合であっても許容できない性能の低下を起こす恐れがある。

[0013] 特許文献１の段落０００７には、搬送機構の記述がある。しかしながら、ローラを利用し、少なくとも基材の搬送方向の転換（ターン）の際に、基材を支持できるガイドが望ましいとの開示にとどまっている。

また、段落００３０にも搬送機構の開示があるが、搬送機構としては、ローラの利用が開示されているにとどまっている。

[0014] 一方、特許文献２では、搬送方法に関して、「なお、ローラ２２と基材２０との間の接触を最小限に維持すべきである。このことは、スプール形状の・・・ローラ２２の大きい直径部分に乗せることによって、達成できる。」（段落００１３）と開示されている。

しかしながら、基材の厚みが薄く剛性が低い場合、基材は、直径の大きい箇所だけでなく、スプール形状の全体に接触するおそれがある。

原子層堆積膜がガイドローラに触れると、原子層堆積膜に微小なピンホール等の欠陥が発生して目的とする性能を得ることができない。

特に、薄いプラスチックフィルム基材や布等の剛性の低い基材を用いる場合では、ローラと基材との接触を防ぐことはできない。

[0015] また、特許文献２には、上記開示の他に、「或いはまた、基材２０が各ローラ２２のまわりに巻き付くにつれて基材２０を保持する把持具をローラ２２の縁部に設けることもできる。」（段落００１３）との開示もある。しかしながら、把持具及びローラ縁部への取り付け方法、搬送機構に関する詳細な開示はない。

[0016] また、特許文献3に開示される装置では、回転ドラムに接している基材表面に原子層は堆積されない。また、特許文献4に開示される装置では、散布マニホールドに露出されない基材表面に原子層は堆積されない。このため、特許文献3及び4には、特許文献1、2に記載の装置を用いることにより生じる、処理過程でのガイドローラと基材との接触による原子層堆積膜の損傷及びその損傷によるガスバリア性能の低下といった課題についての示唆はない。

[0017] そして、特許文献5に開示される装置は、基材両端部の保持部以外は基材に対して接触しておらず、巻き取り可能な基材への安定した原子層体積膜の連続処理を可能である。この装置では、基材の安定走行をおこなうために搬送基材テンションを高くした場合、基材の折り返し部（端部保持部）において、基材中央部分（ローラ等との非接触部）にシワや折れという座屈が発生する。これらの発生するテンションは、基材の厚みまたは幅方向長さ寸法に依存している。つまり、基材が薄い場合、あるいは、幅寸法が長い場合に低テンション側で発生しやすくなる。このシワや折れという座屈の発生により、基材のガスバリア性が低下してしまうおそれがある。

[0018] さらに、特許文献6には、基材の座屈を低減させる対応が図ることが開示されている。しかしながら、基板が薄い場合、具体的には、プラスチックフィルムの厚みが50 μm 未満程度の場合には、対応が不十分であり、座屈が発生する可能性がある。

[0019] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、ガイドローラと基材とが接触することがなく、巻き取り可能な基材上に原子層堆積膜を連続的に形成する処理を行うことが可能な原子層堆積巻き取り成膜装置を提供することを目的とする。

本発明は、保持される部位である基材両端部を除いて、ガイドローラと基材とが接触することがなく、かつ、サクシオン式搬送機構により、基材両端部における基材スリップを防止する。これにより、巻き取り可能な基材上に安定して原子層堆積膜を連続的に形成する処理を行うことが可能な原子層堆

積巻き取り成膜装置を提供することを目的とする。

上記記載のサクション式とは、ローラ表面に複数の穴が開いており、その穴を通じて基材を吸引することによってフィルム基材等をローラ表面に吸着させる方式を言う。

[0020] また、本発明は、基材の幅方向の両端部の保持部以外は、ガイドローラと接触することがなく、基材上に原子層堆積膜を連続的に形成する処理を行うことが可能であるとともに、その原子層堆積膜が損傷するのを防止することが可能な原子層堆積法巻き取り成膜装置および原子層堆積法巻き取り成膜方法を提供することを目的とする。 また、本発明は、薄い基材や幅の広い基材で顕著に発生する、ガイドローラの基材中央側でのシワや折れといった座屈を抑制することが可能な原子層堆積膜積層体成膜装置および原子層堆積膜積層体成膜方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0021] 上記の課題を解決するために、本発明では、緻密な原子層堆積膜が基材の搬送によって損傷することがないように、ガイドローラに成膜面が接触しない状態で、かつ、搬送補助材と貼り合わせて基材を搬送することで、従来に比べて、搬送時において基材にシワや折れといった座屈が発生しない安定した状態で成膜する。

[0022] また、上記の課題を解決するために、本発明では、緻密な原子層堆積膜が基材の搬送によって損傷することがないように、基材の幅方向の両端部の保持部以外は、ガイドローラに成膜面が接触しない状態で、かつ搬送補助材と貼り合わせて基材を搬送することで、これまでより、搬送時の基材のシワや折れといった座屈が発生しない安定した搬送をする。さらには、本発明では、基材と搬送補助材との貼り合せに、搬送補助材に微粘着フィルムを用いることで、基材から搬送補助材の剥離が容易に行えることと、搬送補助材の再利用を可能とする。

[0023] 本発明の第一態様に係る原子層堆積巻き取り成膜装置は、基材と搬送補助材とをそれぞれ巻き出し、前記基材の一方の面に前記搬送補助材が剥離可能

に積層された被成膜部材を形成し、前記被成膜部材を送り出すように構成される巻き出し装置と、第一前駆体ガスが導入される第一真空気室と、第二前駆体ガスが導入される第二真空気室と、前記第一真空気室と前記第二真空気室との間に設けられ、パージガスが導入される第三真空気室と、前記被成膜部材の幅方向両端部を保持する保持部を有し、前記被成膜部材を、前記第一真空気室、前記第二真空気室、および前記第三真空気室に搬送する搬送機構と、前記搬送機構から送り出された前記被成膜部材の前記基材を巻き取る巻き取り装置と、を備え、前記搬送機構により、前記被成膜部材を前記第一真空気室および前記第二真空気室を交互に複数回通過させて、前記被成膜部材における前記基材の他方の面に原子層を堆積させて原子層堆積膜を形成する。

上記第一態様において、前記保持部は、前記被成膜部材の表面と裏面とから前記被成膜部材の幅方向の両端部を互いに挟持するローラを有し、前記ローラが、ガイドローラと、前記被成膜部材を前記ガイドローラとの間に挟持してニップするニップローラとを有していてもよい。

上記第一態様において、前記巻き取り装置は、前記被成膜部材から前記搬送補助材を剥離した後、前記基材を巻き取るように構成されていてもよい。

上記第一態様において、前記基材に剥離可能に積層する前記搬送補助材は、前記基材と積層する面に、 $0.001\text{ N}/25\text{ mm} \sim 5\text{ N}/25\text{ mm}$ の範囲の粘着力を有していてもよい。

上記第一態様において、前記巻き取り装置が、前記搬送補助材を剥離し、前記剥離された搬送補助材を、再び、前記巻き出し装置が、成膜前の前記基材の一方の面に積層する搬送補助材として再利用してもよい。

上記第一態様において、前記巻き取り装置は、前記被成膜部材を巻き取るように構成されていてもよい。

上記第一態様において、前記ガイドローラ及び前記ニップローラが、前記第一真空気室、前記第二真空気室、および前記第三真空気室のいずれかの室内に独立して配置されていてもよい。

本発明の第二態様に係る原子層堆積方法は、長尺状の基材を搬送し、連続して前記基材上に原子層堆積膜を成膜する原子層堆積方法であって、前記基材の搬送方向に対し搬送補助材を前記基材の一方の面に剥離可能に積層して被成膜部材を形成し、前記被成膜部材を搬送するとともに、前記基材の他方の面に原子層を堆積させて原子層堆積膜を形成し、原子層堆積膜の成膜後の前記被成膜部材から前記搬送補助材を剥離し、原子層堆積膜積層体を取り出す。

上記第二態様において、剥離した前記搬送補助材を前記基材の一方の面に積層する前記被成膜部材の形成に再利用してもよい。

上記第二態様において、前記基材に剥離可能に積層する前記搬送補助材は、前記基材と積層する面に、 $0.001\text{ N}/25\text{ mm} \sim 5\text{ N}/25\text{ mm}$ の範囲の粘着力を有していてもよい。

上記第二態様において、積層前の前記搬送補助材よりも厚みが薄い前記基材に原子層堆積膜を形成してもよい。

発明の効果

[0024] 本発明の上記態様に係る原子層堆積巻き取り成膜装置は、基材両端部の保持部以外は基材とガイドローラとの接触がない。そのため、基材表面に形成された原子層堆積膜におけるガイドローラとの接触による損傷の恐れがない。また、保持される部位である基材両端部を除いて、ガイドローラと基材とが接触しない。そのため、基材表面に形成された原子層堆積膜の損傷の恐れがない。

そのため、本発明の上記態様に係る巻き取り成膜装置を用いることで、機械的損傷の無い原子層堆積膜を連続的に形成することができる。

[0025] また、搬送補助材と貼り合わせて基材を搬送することで、ガイドローラにおける被成膜部材の幅方向中央位置でのシワや折れを抑制することが可能となる。

そのため、本発明の上記態様に係る原子層堆積巻き取り成膜装置を用いることで、機械的損傷のない、かつ、安定したクリーンな搬送による、原子層

堆積膜を連続的に形成することができる。

[0026] また、本発明の上記態様によれば、基材の幅方向の両端部の保持部以外は、ガイドローラと接触しないため、基材表面に形成された原子層堆積膜の損傷の恐れがない。また、本発明の上記態様によれば、特に薄い基材や幅の広い基材で顕著に発生する、ガイドローラの基材中央側（ローラ非接触部）でのシワや折れといった座屈を抑制するために、基材と搬送補助材とを貼り合せて搬送させる際に、機械的損傷のない安定した搬送により、原子層堆積膜を連続的に形成することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の第1実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置を示す概略平面図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置におけるニップローラ式挟持搬送機構の斜視図である。

[図3]本発明の第1実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置におけるニップローラ式挟持搬送機構の軸方向平面図である。

[図4]本発明の第1実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置におけるニップローラ式挟持搬送機構の正面図である。

[図5]本発明の第1実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置におけるニップローラ式挟持搬送機構の側面図である。

[図6]本発明の第1実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置におけるガイドレールの斜視図である。

[図7]本発明の第1実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置におけるガイドレールの断面図である。

[図8]本発明の第2実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置を示す概略平面図である。

発明を実施するための形態

[0028] 本発明の実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置は、基材と搬送補助材（シート）とをそれぞれ巻き出し、前記基材の一方の面に前記搬送補助材

が剥離可能に積層された被成膜部材を形成し、前記被成膜部材を送り出すように構成される巻き出し装置と、第一前駆体ガスが導入される第一真空気室と、第二前駆体ガスが導入される第二真空気室と、前記第一真空気室と前記第二真空気室との間に設けられ、パージガスが導入される第三真空気室と、前記被成膜部材の幅方向両端部を保持する保持部を有し、前記被成膜部材を、前記第一真空気室、前記第二真空気室、および前記第三真空気室に搬送する搬送機構と、前記搬送機構から送り出された前記被成膜部材の前記基材を巻き取る巻き取り装置と、を備え、前記搬送機構により、前記被成膜部材を前記第一真空気室および前記第二真空気室を交互に複数回通過させて、前記被成膜部材における前記基材の他方の面に原子層を堆積させて原子層堆積膜を形成する。これにより、搬送補助材を貼り着けることで、被成膜面である基材表面にシワや折れといった座屈を発生しないように安定して搬送することが可能となる。さらに、均一にかつ必要な特性の原子層堆積膜を形成することができ、ピンホール等のない、必要なバリア特性を有する原子層堆積膜を安定して基材に形成することができる。

[0029] 本実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置は、少なくとも第一前駆体ガスが導入される第一真空気室と、第二前駆体ガスが導入される第二真空気室と、余剰の第一前駆体および第二前駆体を排出するために用いられるパージガスが導入される第三真空気室と、基材をそれぞれの真空気室を搬送する搬送機構と、を備える。この搬送機構は、具体的には、長尺（ウェブ）状の基材を巻き出す機構と、その巻き出した基材とそのキャリアとなる搬送補助材とを貼り合わせる機構と、基材を巻き取る機構と、その巻き取る機構の直前に搬送補助材を剥離する機構と、を有する。このように、基材に搬送補助材を貼り合わせることにより、被成膜面である基材表面にシワや折れといった座屈を発生しないように安定して搬送することが可能となる。これにより、均一かつ必要な特性を有する原子層堆積膜を形成することができ、ピンホール等のない、必要なバリア特性を有する原子層堆積膜を安定して基材に形成することができる。

- [0030] この搬送機構は、具体的には、巻き取り可能な基材の幅方向の両端部を挟持又は支持できる搬送機構である。この搬送機構を用いることにより、成膜の過程で被膜される巻き取り可能な基材の表面が装置内に配置された機械部品に触れることなく、上記の各真空気室を順次通過することができる。そのため、搬送時において基材にシワや折れといった座屈が発生しない安定した状態で成膜することができ、機械的損傷の無い原子層堆積膜が形成される。
- [0031] この搬送機構を用いることにより、基材は、成膜の過程で被膜される基材が座屈することでシワや折れが発生することを防止できる。また、基材の表面が装置内に配置された機械部品に触れることなく、上記の各真空気室を順次通過することができ、機械的損傷を防止し、不安定搬送を防止することで、良質な原子層堆積膜が形成される。
- [0032] 本発明の実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置において、前記保持部は、前記被成膜部材の表面と裏面とから前記被成膜部材の幅方向の両端部を互いに挟持するローラを有し、前記ローラが、ガイドローラと、前記被成膜部材を前記ガイドローラとの間に挟持してニップするニップローラとを有する。これにより、基材の幅方向の両端部を挟持するとともに、幅方向外側に引張して搬送することが可能となる。これにより、基材にシワや折れといった座屈が発生しない安定した状態で搬送することが可能となる。これにより、安定した成膜をおこなうことが可能となる。
- [0033] 本発明の実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置において、前記巻き取り装置は、前記被成膜部材から前記搬送補助材を剥離した後、前記基材を巻き取るように構成される。これにより、搬送補助材がないと基材にシワや折れといった座屈が発生するような基材に関しても、基材にシワや折れといった座屈が発生しない安定した状態で搬送することが可能となる。これにより、安定した成膜をおこなうことが可能となる。
- [0034] 本発明の実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置において、前記巻き取り装置は、前記被成膜部材を巻き取るように構成される。これにより、原子層堆積膜を安定して基材に形成することができる。

[0035] 本発明の実施形態に係る原子層堆積方法は、本発明の一実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置を用いて、前記基材に原子層堆積膜を形成する。

[0036] 本発明の実施形態に係る原子層堆積方法は、積層前の前記搬送補助材よりも厚みが薄い前記基材に原子層堆積膜を形成する。これにより、薄い基材であっても、シワや折れといった座屈が発生しない安定した状態で必要な特性の原子層堆積膜を安定して成膜することが可能となる。

[0037] 以下、本発明の第1実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置を、図面に基づいて説明する。

図1は、本実施形態における原子層堆積巻き取り成膜装置を示す斜視図であり、図において、符号100は、原子層堆積巻き取り成膜装置である。

なお、本発明の実施形態は、以下に記載する実施形態に限定されるものではなく、当業者の知識に基づいて設計の変更等の変形を加えることも可能であり、そのような変形が加えられた実施形態も本発明の実施形態の範囲に含まれるものである。

[0038] 本実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置100は、図1に示すように、第一ゾーン201と、第二ゾーン202と、第三ゾーン203と、巻き出し室（巻き出し装置）103と、巻き取り室（巻き取り装置）104とを備える。第一ゾーン201は、第一前駆体ガスが導入される第一真空気室である。第二ゾーン202は、第二前駆体ガスが導入される第二真空気室である。第三ゾーン203は、パージガスが導入される第三真空気室である。

[0039] 原子層堆積巻き取り成膜装置100は、巻き出しローラ101と、巻き取りローラ102と、ガイドローラ（保持部）401a, 401b, 401cとを備える。巻き出しローラ101は、巻き出し室103に設置された長尺（ウェブ）状の巻き取り可能な基材105を巻き出す。巻き取りローラ102は、巻き取り室104に設置された巻き取り可能な基材105を巻き取る。ガイドローラ（保持部）401a, 401b, 401cは、巻き出しローラ101から巻き取りローラ102までの間で、ラミネートされた巻き取り可能な基材（ラミネート基材）115を搬送する。

[0040] さらに、巻き出し室103には、ラミネート基材ローラ111、および、ラミネートローラ503が設けられる。ラミネート基材ローラ111は、巻き出しローラ101から巻き出された巻き取り可能な基材105にキャリア用として貼り合わせるキャリア用ラミネート基材（搬送補助材）113を基材105の搬送方向に巻き出す。ラミネートローラ503は、巻き取り可能な基材105とキャリア用ラミネート基材（搬送補助材）113とを貼り合わせて、ラミネートされた巻き取り可能な基材（被成膜部材）115を形成する。

[0041] また、巻き取り室104には、デラミネートローラ504と、デラミネート基材ローラ112とが設けられる。デラミネートローラ504は、巻き取りローラ102の直前で、ラミネートされた巻き取り可能な基材115からキャリア用ラミネート基材113を剥離する。デラミネート基材ローラ112は、ラミネートされた巻き取り可能な基材115から剥離されたキャリア用ラミネート基材（搬送補助材）113を巻き取る。

[0042] ガイドローラ（保持部）401a、401b、401cには、このガイドローラ401a、401b、401cとともに基材105をニップするニップローラ（保持部）502a、502b、502cが設けられる。

なお、ニップローラ502a、502b、502cは、ラミネートされた巻き取り可能な基材115の搬送状態によって適宜取り外すことができる。

[0043] 本実施形態におけるニップローラ502a、502b、502cは、ガイドローラ401a、401b、401cとともに、ラミネートされた巻き取り可能な基材115の幅方向の両端部をニップしながら搬送するように構成されたニップローラ式挟持搬送機構である。

[0044] 本実施形態における原子層堆積巻き取り成膜装置100は、ニップローラ式挟持搬送機構（搬送機構）401a、401b、401c、502a、502b、502cにより、ラミネートされた巻き取り可能な基材115を第三ゾーン203、第一ゾーン201、第三ゾーン203、第二ゾーン022、及び第三ゾーン203の順に通過させる。これにより、1つの原子層が基

材上に堆積される。ニップローラ式挟持搬送機構（搬送機構）401a及び502aは、第一ゾーンのみ配置される。ニップローラ式挟持搬送機構（搬送機構）401b及び502bは、第二ゾーンのみ配置されている。ニップローラ式挟持搬送機構（搬送機構）401c及び502cは、第三ゾーンのみ配置されている。

原子層堆積巻き取り成膜装置100は、ラミネートされた巻き取り可能な基材115の表面に連続的に原子層を堆積させる。このため、所望の膜厚を得るために必要なサイクル数で原子層をラミネートされた基材115の表面に堆積することができるように、搬送機構401a、401b、401c、502a、502b、502cが基材を上述したゾーンを通過させる回数が所定回数となるように、成膜装置が設計されている。

[0045] 本実施形態で使用される巻き取り可能な基材105は、プラスチックフィルム、プラスチックシート、金属箔、金属シート、紙、不織布等の可撓性の材料から選択される。巻き取り可能な基材105の厚みは、特に限定されないが、 $10\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下の厚みを有する基材が使用できる。

[0046] プラスチックフィルムやプラスチックシートの材質としては、特に限定されないが、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）などが挙げられる。

[0047] 本実施形態で使用されるキャリア用ラミネート基材（搬送補助材）113は、プラスチックフィルム、プラスチックシート等の可撓性の材料から形成され、かつ、巻き取り可能な基材105と貼り合わせ可能な材質であれば特に限定されない。

キャリア用ラミネート基材（搬送補助材）113の厚みも、特に限定されないが、 $10\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下の厚みを有する基材が使用できる。

また、巻き取り可能な基材105の厚みが、キャリア用ラミネート基材113の厚みよりも小さくてもよい。

[0048] 本実施形態で使用される搬送補助材113は、プラスチックフィルム、プラスチックシートなどの可撓性の基材であり、かつ、基材105と貼り合わ

せ可能な材質であれば特に限定されない。搬送補助材 113 としては、例えば、前記の可撓性の基材と、その一面（基材 105 と貼り合わせる面）に形成され、基材 105 と貼り合わせ可能な粘着力を有する粘着剤からなる粘着層と、を有するものが用いられる。あるいは、搬送補助材 113 としては、例えば、可撓性を有するとともに、基材 105 と貼り合わせ可能な粘着力を有する基材が用いられる。

[0049] 基材 105 に対する搬送補助材 113 の粘着力、すなわち、搬送補助材 113 の基材 105 と積層する面における粘着力は、 $0.001\text{ N}/25\text{ mm}$ ～ $5\text{ N}/25\text{ mm}$ であることが好ましく、 $0.05\text{ N}/25\text{ mm}$ ～ $0.50\text{ N}/25\text{ mm}$ であることがより好ましい。例えば、基材 105 がポリエチレンテレフタレート（PET）からなる基材である場合、その基材 105 に対する搬送補助材 113 の粘着力は、 $0.001\text{ N}/25\text{ mm}$ ～ $5\text{ N}/25\text{ mm}$ であることが好ましく、 $0.005\text{ N}/25\text{ mm}$ ～ $3\text{ N}/25\text{ mm}$ であることがより好ましい。

[0050] 巻き出しローラ 101 から巻き出された巻き取り可能な基材 105 と、ラミネート基材ローラ 111 から巻き出されたキャリア用ラミネート基材（搬送補助材）113 とは、巻き出し室 103 においてラミネートローラ 503 によって貼り合わせられる。その後、ラミネートされた巻き取り可能な基材 115 が、第三ゾーン 203 へ搬送される。

ラミネートローラ 503 が設置されている巻き出し室 103 と第三ゾーン 203 との間には、仕切り板 103a が設置されている。仕切り板 103a には、ラミネートされた巻き取り可能な基材 115 が通過するに必要な開口部 106 が設けられている。

ラミネートされた巻き取り可能な基材 115 は、この開口部 106 を介して、巻き出し室 103 から第三ゾーン 203 へ搬送される。

[0051] 搬送機構 401a, 401b, 401c, 502a, 502b, 502c は、ラミネートされた巻き取り可能な基材 115 が開口部 106 と接触しないように、ラミネートされた巻き取り可能な基材 115 に、所定のテンショ

ン（張力）を与えて搬送するよう設定される。

[0052] 第三ゾーン２０３には、パージガスとして不活性ガスが導入されている（符号３０３参照、パージガスの流れ）。不活性ガスとしては、窒素、ヘリウム、アルゴン等から適宜選択されたガスが用いられる。

[0053] 第三ゾーン２０３において、ラミネートされた巻き取り可能な基材１１５は、幅方向の両端のみを保持するために、ガイドローラ４０１ｃとニップローラ５０２ｃとで挟持（ニップ）されるとともにガイドされ、第三ゾーン２０３でも安定した搬送が維持される。

[0054] ここで、本実施形態におけるニップローラ式挟持搬送機構に関して説明する。

[0055] 図２～図５は、本実施形態の原子層堆積巻き取り成膜装置１００におけるニップローラ式挟持搬送機構５０１の構成例を示す。図２はニップローラ式挟持搬送機構５０１の斜視図である。図３，図４はニップローラ式挟持搬送機構の断面図である。図５はニップローラ式挟持搬送機構５０１の平面図である。

本実施形態に係るニップローラ式挟持搬送機構５０１は、ラミネートされた巻き取り可能な基材１１５にテンションをかける。即ち、搬送方向に沿ってラミネート基材１１５を引っ張る。これにより、ラミネート基材１１５の弛みを矯正したり、又は蛇行を修正したりする。図２～図４に示すようなニップローラ式挟持搬送機構５０１を用いることで、より大きな効果を得ることができる。

[0056] ニップローラ式挟持搬送機構５０１は、図４に示すように、ラミネート基材１１５の幅方向の両端部の表面と裏面とを挟持する二つのローラ４０１，５０２を備える。

ニップローラ式挟持搬送機構５０１においては、ラミネート基材１１５の幅方向の両端部の表面及び裏面が、異なった二つのローラで挟持され、一方又は両方のローラを駆動することによってラミネート基材１１５を保持し、ラミネート基材１１５が搬送される。

[0057] ラミネート基材（基材被成膜部材）１１５は、ガイドローラ４０１とニップローラ５０２でニップされることにより保持される。保持されたラミネート基材１１５は、ガイドローラ４０１またはニップローラ５０２の回転軸を可変することで適度なテンションで幅方向に張られ、搬送中、弛まず、実質的に平面状に保持される。

[0058] ニップローラ式挟持搬送機構５０１は、ガイドローラ４０１にニップを目的としたニップローラ５０２が設けられた構造を有する。このニップローラ式挟持搬送機構５０１を用いて、ラミネート基材１１５の幅方向の両端部の表面と裏面を挟持し、同時に、ラミネート基材１１５に動力を伝える。

[0059] 即ち、ニップローラ式挟持搬送機構５０１は、基材の表面及び裏面に設置された複数のローラで基材を挟持し、表面及び裏面に設置されたローラのうち少なくとも一つ（例えば、ガイドローラ４０１）が駆動機構を有するように構成されている。

具体的には、ガイドローラ４０１（第２ローラ）の回転軸方向に対してニップローラ５０２（第１ローラ）の回転軸方向が傾斜するように配置されている。

このようなニップローラ式挟持搬送機構５０１において、図４のように、ニップローラ５０２の径をガイドローラ４０２の径よりも小さいことが好ましい。

[0060] ラミネート基材１１５の弛みの矯正又は蛇行の修正は、ニップローラ５０２がガイドローラ４０１を押圧する圧力、ニップローラ５０２の方向、及びガイドローラ４０２の方向を調整することにより制御される。これによって、ラミネート基材１１５における安定した走行（基材の搬送）を実現することができる。

[0061] ガイドローラ４０１およびニップローラ５０２の材質は、ラミネート基材１１５の幅方向の両端部を保持でき、搬送に必要である適度な摩擦力をラミネート基材１１５との間で維持しながら搬送可能とする材質であれば、特に限定されない。

[0062] ガイドローラ４０１およびニップローラ５０２により保持されたラミネート巻き取り基材１１５は、第三ゾーン２０３と第一ゾーン２０１との間の仕切隔壁に設けた開口部１０７ａを介して、第一ゾーン２０１に搬送される。

[0063] 第一ゾーン２０１には、第一前駆体が導入されているので（符号３０１参照）、ラミネート基材１１５が第一ゾーン２０１を通過する際に、第一前駆体がラミネート基材１１５の両面に吸着する。

この間、ラミネート基材１１５の幅方向の両端部のみがガイドローラ４０１およびニップローラ５０２により保持されている。そのため、第一前駆体が吸着したラミネート基材１１５の両面（成膜面）は、装置内に配置された機械部品に触れることはない。

[0064] 第一前駆体を構成する材料は、目的の堆積材料にあわせて適宜選択される。

例えば、基材１０５に堆積される材料（目的の堆積材料）が酸化アルミニウムの場合は、トリメチルアルミニウムが使用される。

なお、使用される第一前駆体の材料としては、例えば、非特許文献１に示されている材料が使用できる。

[0065] 第一ゾーン２０１におけるラミネート基材１１５の搬送速度は、第一ゾーン２０１をラミネート基材１１５が通過する時間が飽和吸着時間より長くなるように、飽和吸着時間と通過距離とから算出される。なお、飽和吸着時間とは、ラミネート基材１１５の成膜面に吸着する第一前駆体の量が飽和するまでの時間である。

また、ラミネート基材１１５搬送時のテンションは、ラミネート基材１１５が各開口部１０６，１０７ａ，１０７ｂと接触しないように適宜設定する。

[0066] 第一ゾーン２０１で第一前駆体が飽和吸着したラミネート基材１１５は、第一ゾーン２０１と第三ゾーン２０３との間に配置された仕切りの隔壁に設けた別の開口部１０７ａを介して、再度、第三ゾーン２０３に搬送される。

第一ゾーン２０１内のガスは、第一ゾーンに接続された排気機構（符号３

04 a) によって排気されている。この排気機構を使用することによって、第一ゾーン201内の圧力が保たれている。また、第三ゾーン203内の圧力は、第一ゾーン201内の圧力より高く保たれている。

従って、第一ゾーン201に導入される第一前駆体は、第三ゾーン203に拡散しにくい条件下に維持されている。

このときの第一ゾーン201と第三ゾーン203との間の圧力差は、0.01 Pa以上1 Pa以下程度であることが好ましい。なお、図1において、符号301は、第三ゾーン203への第一前駆体の流れを示している。

[0067] 次に、ラミネート基材115は、第三ゾーン203と第二ゾーン202との間に配置された仕切りの隔壁に設けた開口部107bを介して、第二ゾーン202に搬送される。

ラミネート基材115が第三ゾーン203を通過する間に、ラミネート基材115に吸着した余剰の第一前駆体は気化し、パージされる。このとき、ラミネート基材115の搬送状態を安定させるため、第三ゾーン203内に、ラミネート基材115の幅方向の両端部のガイドローラとして、ガイドローラ401cおよびニップローラ502cを設置することも可能である。

[0068] 第三ゾーン203におけるラミネート基材115の搬送速度は、十分なパージ時間が得られるように、通過距離から算出される。

[0069] 第二ゾーン202には、第二前駆体が導入されている（符号302参照）。ラミネート基材115が第二ゾーン202を通過する間に、ラミネート基材115の両面に吸着した第一前駆体吸着物は、第二前駆体と反応し、目的の材料が生成される。

この間、ラミネート基材115の幅方向の両端部のみがガイドローラ401bおよびニップローラ502bにより保持されている。そのため、第一前駆体吸着物と第二前駆体とが反応する際、ラミネート基材115の両面は、装置内に配置された機械部品に触れることはない。なお、図1において、符号302は、第二ゾーン202への第二前駆体の流れを示している。

[0070] 第二前駆体を構成する材料は、目的の堆積材料にあわせて適宜選択される

。

例えば、目的の堆積材料が酸化アルミニウムの場合は、水、オゾン、原子状酸素が使用される。

なお、使用される第二前駆体の材料としては、例えば、非特許文献 1 に示されている材料が使用できる。

[0071] 第二ゾーン 202 におけるラミネート基材 115 の搬送速度は、第二ゾーン 202 を基材 105 が通過する時間が反応時間より長くなるように、反応時間と通過距離とから算出される。

[0072] このとき、ラミネート基材 115 の搬送テンションについては、ラミネート基材 115 が開口部 107b と接触しないように適宜設定することができる。

[0073] 第二ゾーン 202 で第一前駆体吸着物と第二前駆体とが反応した後、ラミネート基材 115 は、第二ゾーン 202 と第三ゾーン 203 との間に配置された仕切りの隔壁に設けた別の開口部 107b を介して、再度、第三ゾーン 203 に搬送される。

第二ゾーン 202 内のガスは、第二ゾーンに接続された真空ポンプ等の排気機構（符号 304b）によって排気されている。この排気機構を使用することによって第三ゾーン 203 内の圧力は、第二ゾーン 202 内の圧力より高く保たれている。従って、第二ゾーン 202 に導入される第二前駆体は、第三ゾーン 203 に拡散しにくい条件下に維持されている。

このときの第二ゾーン 202 と第三ゾーン 203 との間の圧力差は、0.01 Pa 以上 1 Pa 以下程度であることが好ましい。なお、図 1 において、符号 304b は、第二ゾーン内排気機構による第二ゾーン 202 からの排気の流れを示している。

[0074] 以上の工程が、原子層堆積の 1 サイクルであり、この工程によって、1 つの原子層の堆積がおこなわれる。この 1 サイクルを複数回繰り返すことにより、ラミネート基材 115 の表面に所望の膜厚の原子層堆積膜を形成することができる。

上記１サイクルを複数回繰り返す際、ラミネート基材１１５の搬送速度は、前述の第一ゾーン２０１，第二ゾーン２０２，及び第三ゾーン２０３に基材１０５を曝すために必要な時間と、ラミネート基材１１５がゾーン２０１，２０２，２０３を通過する通過距離とから算出した搬送速度の中から一番低い速度に設定される。

[0075] 上記１サイクルを複数回繰り返し、ラミネートされた基材１１５の表面に所望の膜厚の原子層堆積膜が形成された後、ラミネートされた基材１１５は、巻き取り室において巻き取られる。

[0076] 第三ゾーン２０３及び巻き取りローラ１０２が設置されている巻き取り室１０４との間には、仕切り板１０４aが設置されている。仕切り板１０４aには、ラミネート基材１１５が通過するのに必要な開口部１０６が設けられている。

ラミネート基材１１５は、この開口部１０６を介して、成膜後、第三ゾーン２０３から巻き取り室１０４へ搬送される。

[0077] このとき、ラミネート基材１１５の搬送テンションについては、ラミネート基材１１５が開口部１０６と接触しないように適宜設定することができる。

[0078] 巻き取り室１０４においてラミネート基材１１５からは、巻き取りローラ１０２の直前で、デラミネートローラ５０４を介してキャリア用ラミネート基材１１３が剥離される。剥離されたキャリア用ラミネート基材１１３は、デラミネート基材ローラ１１２により巻き取られる。

また、巻き取りローラ１０２の直前で、デラミネートローラ５０４を介してキャリア用ラミネート基材１１３が剥離された巻き取り可能な基材１０５は、巻き取りローラ１０２により巻き取られる。つまり、原子層が堆積された基材（原子層堆積膜積層体）１０５が、巻き取りローラ１０２により巻き取られる。

[0079] このとき、原子層堆積膜が形成されたラミネート基材１１５からキャリア用ラミネート基材１１３を剥離せずに、原子層堆積膜が形成されたラミネー

ト基材 115 を巻き取りロール 102 にて巻き取ってもよい。

[0080] キャリア用ラミネート基材（搬送補助材）113 は、デラミネートロール 112 から取り外し、再び、ラミネートロール 111 に設置することで、搬送補助材として繰り返し利用することが可能である。

[0081] [変形例]

上記の実施形態には、以下のような変形が加えられていてもよい。

[0082] （ニップローラ回転軸可変について）

原子層堆積巻き取り成膜装置 100 におけるニップローラ式挟持搬送機構 501 の構成例を図 2 から図 4 に示す。なお、図 3 及び 4 は、ニップローラ式挟持搬送機構 501 の概略断面図である。

[0083] ニップローラ式挟持搬送機構 501 は、図 4 に示すように、ラミネート基材 115 の幅方向の両端部の表面と裏面とを挟持するとともに動力を伝える二つのローラ 401, 502 を備える。さらに、ニップローラ 502（第 1 ローラ）およびガイドローラ 401（第 2 ローラ）の少なくともいずれか一方が、回転軸を可変できる機構を有する。

即ち、表面及び裏面に設置されたローラのうちいずれか（例えば、ニップローラ 502）が回転軸を変更する機構を備える。

[0084] ラミネート基材 115 の進行方向に対して広がる方向に回転軸を可変させることにより、ラミネート基材 115 の弛みを調整することが可能である。

[0085] このような回転軸の可変機構をニップローラ式挟持搬送機構 501 のニップローラ 502 のみに設ける場合には、図 5 に示すように、回転軸が可変であるニップローラ 502 の径を他方のガイドローラ 401 の径よりも小さくすることが好ましい。しかし、ガイドローラ 401 の回転軸を可変させるか、互いに対向するように配置されたガイドローラ 401 とニップローラ 502 の両方のローラの回転軸を可変とする場合にはこの限りではない。

[0086] 具体的には、ガイドローラ 401（第 2 ローラ）の回転軸方向に対してニップローラ 502（第 1 ローラ）の回転軸方向が傾斜するように、ニップロ

ーラ式挟持搬送機構 501 はニップローラ 502 の回転軸を可変することができる。

また、ガイドローラ 401 は、ニップローラ 502 と同様に、回転軸を可変できる機構を有していてもよい。

ニップローラ式挟持搬送機構 501 は、ラミネート基材 115 の進行方向においてラミネート基材 115 の幅が広がるようにニップローラ 502 およびガイドローラ 401 の少なくとも一方の回転軸を可変させる。

[0087] 例えば、ガイドローラ 401 の回転軸方向に対してニップローラ 502 の回転軸方向が傾斜するようにニップローラ 502 の回転軸を可変させる。ガイドローラ 401 の回転軸方向に対してニップローラ 502 の回転軸方向が傾斜するようにガイドローラ 401 の回転軸を可変させる。あるいは、互いに対向するように配置されたニップローラ 502 のうち一方のローラの回転軸方向を他方のローラの回転軸方向に対して傾斜させる。互いに対向するように配置されたニップローラ 502 の両方のローラの回転軸方向をガイドローラ 401 の回転軸方向に対して傾斜させる。これらによって、ラミネート基材 115 の弛みを調整することが可能である。

[0088] ラミネート基材 115 の弛みの矯正又は蛇行の修正は、ニップローラ 502 がガイドローラ 401 を押圧する圧力、ニップローラ 502 の方向、及びガイドローラ 402 の方向を調整することにより制御される。これによって、ラミネート基材 115 における安定した走行（基材の搬送）を実現することができる。

[0089] （ガイドレールについて）

図 6 及び図 7 は、原子層堆積巻き取り成膜装置 100 を用いた場合におけるガイドレールの構成を示す図である。図 6 は、ガイドレールを用いた場合の開口部に近い位置を示す斜視図である。図 7 はガイドレールの断面図である。

[0090] 図 6 に示すように、原子層堆積巻き取り成膜装置 100 は、第一ゾーン 201 と第三ゾーン 203 との間に配置された仕切りの隔壁に設けた開口部 1

０７に近い位置に、ラミネート基材１１５が通過する際に用いるガイドレール６０１を備えてもよい。また、第三ゾーン２０３と第二ゾーン２０２との間に配置された仕切りの隔壁に設けた開口部１０７に近い位置に、ラミネート基材１１５が通過する際に用いるガイドレール６０１を備えてもよい。

[0091] ガイドレール６０１は、ゾーンの間に配置された仕切りの隔壁１０８の開口部１０７を通過するラミネート基材１１５の位置の精度を高めるために用いられる補助具である。

ガイドレール６０１を用いることにより、ラミネート基材１１５を精度よく開口部１０７へ搬送することができる。そのため、開口部１０７の幅（ X ）をより小さく設計することができる。また、第三ゾーン２０３内に配置されるガイドローラ４０１およびニップローラ５０２を省略することができる。そのため、第一ゾーン２０１または第三ゾーン２０３における前駆体と第三ゾーン２０３のパージガスとによって生成されるコンタミネーションを低く抑えることができる。

[0092] 例えば、ガイドレール６０１がある場合、開口部の幅（ X ）を１ｍｍ程度に設定することが可能となる。

一方、ガイドレール６０１が設けられていない場合は、搬送中のラミネート基材１１５の位置の安定性を鑑み、開口部の幅（ X ）を５ｍｍ程度に設定する必要がある。

ガイドレール６０１は、開口部１０７に近い位置に、図６で示すように、ラミネート基材１１５の両端部を挟み込むように設置することが好ましい。

ガイドレール６０１が設置される位置は、ラミネート基材１１５の厚み、ラミネート基材１１５の搬送速度等によって適宜決定される。

[0093] ラミネート基材１１５の搬送テンションが低い場合、ラミネート基材１１５が著しく不安定に走行することが懸念される。この場合、ガイドレール６０１との接触によりパーティクルが発生することが懸念される。そのため、できる限り搬送テンションを高くするように設定する必要がある。搬送テンションを上げた場合、シワや折れなどの座屈が発生する可能性が高くなる。

一方で、本実施形態では、成膜をおこなう巻き取り可能な基材 105 をキャリア用ラミネート基材 113 と貼り合わせたラミネート基材 115 を搬送している。そのため、搬送テンションを上げた場合でも、座屈の発生を防止することができる。

[0094] なお、本実施形態では、ラミネート基材 115 の幅方向の両端部を保持する保持部が、一对のガイドローラ 401 とニップローラ 502 とから構成される場合を例示したが、本発明はこれに限定されない。本発明では、保持部が、ガイドローラ 401 と、ガイドローラ 401 とともにラミネート基材 115 の幅方向の両端部を挟持する少なくとも 1 つのニップローラ 502 とから構成されていてもよい。すなわち、全てのガイドローラ 401 に対向するようにニップローラ 502 が設けられていなくてもよい。

[0095] 本実施形態における原子層堆積巻き取り成膜装置 100 では、原子層堆積成膜後に、裏面側のキャリア用ラミネート基材 113 を剥離する。そのため、片面だけに原子層堆積がおこなわれて、裏面側に原子層が堆積されていない基材を製造することができる。

[0096] 本実施形態の原子層堆積巻き取り成膜装置 100 において、ALD (Atomic Layer Deposition: 原子層堆積) 膜が成膜される巻き取り可能な基材 105 には、巻き取り張力がかかり、キャリア用ラミネート基材 113 にも同様に巻き取り張力が掛かる。巻き取り可能な基材 105 とキャリア用ラミネート基材 113 とは、互いに密着している間は、搬送途中で剥離しないために同速度で移動し、同速度で剥離される。その粘着強度 (剥離強度) は、ALD 膜への影響もある。そのため、ほぼ同速度とすることで搬送時であってもそれほど強くないように粘着強度を設定することができる。

[0097] 本実施形態の原子層堆積巻き取り成膜装置 100 において、搬送距離の長さを増大することと、搬送速度を上げることとは、巻き取り可能な基材 105 に掛かる張力を大きくしてしまう点で、ほぼ同様の作用を及ぼす。張力が大きくなると基材 105 上の ALD 膜に対して搬送方向に張力が掛かる。しかしながら、キャリア用ラミネート基材 115 を貼り合わせて処理すること

により、上記張力の影響を緩和することができる。

[0098] また、キャリア用ラミネート基材 113 の剥離時に、ALD 膜へ応力（剥離）が強く掛かるとバリア性が劣化することがある。そのため、上記の粘着強度（剥離強度）を必要以上に大きくしないことが好ましい。つまり、キャリア用ラミネート基材 113 と基材 105 とは、全面で接触が維持される（くっつく）程度の状態として、剥離時に基材 105 が変形するほど強くは粘着しない状態とすることが好ましい。

[0099] 以下、本発明の第 2 実施形態に係る原子層堆積巻き取り成膜装置 100 を、図面に基づいて説明する。

図 8 は、本実施形態における原子層堆積巻き取り成膜装置 100 を示す概略図である。

本実施形態において上述した第 1 実施形態と異なるのは、巻き取り室 104 における剥離をおこなわない点である。これ以外の対応する構成要素に関しては、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0100] 本実施形態においては、成膜後、巻き取り室 104 においてラミネートされた基材 115 からは、キャリア用ラミネート基材 113 が剥離されずに、ラミネート基材 115 がそのまま巻き取りローラ 102 により巻き取られる。

これにより、キャリア用ラミネート基材 113 と張り合わされた状態の基材 10 を製造することができる。

実施例

[0101] 以下、本発明にかかる実施例を説明する。

[0102] <実施例 1>

図 1 に示した原子層堆積巻き取り成膜装置 100 を用い、巻き取り可能な基材 105 として、厚みが $25\ \mu\text{m}$ のポリエステルフィルムを使用した。また、キャリア用ラミネート基材 113 として、厚みが $75\ \mu\text{m}$ のポリエステルフィルムを使用した。

[0103] 巻き取り可能な基材 105 としてのポリエステルフィルムは、巻き出し口

ーラ 101 の位置に取り付けられた。キャリア用ラミネート基材（搬送補助材） 113 としてのポリエステルフィルムは、ラミネート基材ローラ 111 から引き出された。それから、これらが貼り合わされ、ラミネートされた巻き取り可能な基材 115 として搬送された。

[0104] ラミネートされた巻き取り可能な基材 115 は、第三ゾーン 203 に搬送され、第三ゾーン 203 のガイドローラ 401 c およびニップローラ 502 c を経て、第一ゾーン 201 に搬送された。

第一ゾーン 201 に進入した際のラミネートされた巻き取り可能な基材 115 の搬送テンションを 50 N/幅に設定した状態で搬送をおこなった。

[0105] 第一ゾーン 201 には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第一前駆体として用いられたトリメチルアルミニウムとを導入した。

第一ゾーン 201 の圧力が、おおよそ 50 Pa になるように、第一ゾーン 201 に対して供給するガスの流量 301 およびドライポンプによる排気（減圧）量 304 a を調整した。

ガイドローラ 401 a およびニップローラ 502 a によって第一ゾーン 201 内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面にトリメチルアルミニウムの飽和吸着がおこなわれた。

[0106] 両面にトリメチルアルミニウムが飽和吸着したポリエステルフィルムは、再び第三ゾーン 203 に搬送された。第三ゾーン 203 には不活性ガスとして窒素ガスを導入した。第三ゾーン 203 の圧力がおおよそ 50.5 Pa になるように、ガスの流量 303 を調整した。第三ゾーン 203 内を移動する間に、余剰のトリメチルアルミニウムはパージされた。十分なパージの後、第三ゾーン 203 のガイドローラ 401 c およびニップローラ 502 c によって、第二ゾーン 202 に搬送された。

[0107] 第二ゾーン 202 には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第二前駆体として用いられたイオン交換水とを導入した。第二ゾーン 202 の圧力が、おおよそ 50 Pa になるように、第二ゾーン 202 に対して供給するガスの流量 302 およびドライポンプによる排気（減圧）量 304 b を調整し

た。

ガイドローラ401bおよびニップローラ502bによって第二ゾーン202内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面のトリメチルアルミニウムがイオン交換水と反応し、1つの原子層が基材上に堆積された。

[0108] なお、ポリエステルフィルムの搬送速度は、第三ゾーン203における必要なパージ時間によって決められた。

また、第一ゾーン201、第二ゾーン202、及び第三ゾーン203の温度は、すべて90℃に保たれた。

[0109] また、図1に示す原子層堆積巻き取り成膜装置100として、1回の搬送で3サイクルの原子層堆積が行われる装置が示されている。しかしながら、実際には、100サイクルが可能な装置が用意され、100サイクルの原子層堆積が行われた。

[0110] この結果、ポリエステルフィルムに形成された酸化アルミニウム膜の厚みは10nmであった。

搬送中のラミネートされた巻き取り可能な基材115に座屈および開口部107との擦れは確認されなかった。

また、電子顕微鏡を使用して表面の損傷を観察した結果、酸化アルミニウム膜の表面の損傷は認められなかった。

また、酸化アルミニウム膜の水蒸気透過度を測定した。

[0111] <比較例1>

図1に示した原子層堆積巻き取り成膜装置100を用い、巻き取り可能な基材105として、厚みが50μmのポリエステルフィルムを使用した。

[0112] 巻き取り可能な基材105としてのポリエステルフィルムは、巻き出しローラ101の位置に取り付けられた。それから、第三ゾーン203に搬送され、第三ゾーン203のガイドローラ401cおよびニップローラ502cを経て、第一ゾーン201に搬送された。

巻き取り可能な基材105の搬送テンションを50N/幅として設定した状態で搬送をおこなった。

[0113] 第一ゾーン201には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第一前駆体として用いられたトリメチルアルミニウムとを導入した。

第一ゾーン201の圧力が、おおよそ50Paになるように、第一ゾーン201に対して供給するガスの流量301およびドライポンプによる排気（減圧）量304aを調整した。

ガイドローラ401aおよびニップローラ502aによって第一ゾーン201内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面にトリメチルアルミニウムの飽和吸着がおこなわれた。

[0114] 両面にトリメチルアルミニウムが飽和吸着したポリエステルフィルムは、再び第三ゾーン203に搬送された。第三ゾーン203には不活性ガスとして窒素ガスを導入した。第三ゾーン203の圧力がおおよそ50.5Paになるように、ガスの流量303を調整した。第三ゾーン203内を移動する間に、余剰のトリメチルアルミニウムはパージされた。十分なパージの後、第三ゾーン203のガイドローラ401cおよびニップローラ502cによって、第二ゾーン202に搬送された。

[0115] 第二ゾーン202には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第二前駆体として用いられたイオン交換水とを導入した。第二ゾーン202の圧力が、おおよそ50Paになるように、第二ゾーン202に対して供給するガスの流量302およびドライポンプによる排気（減圧）量304bを調整した。

ガイドローラ401bおよびニップローラ502bによって第二ゾーン202内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面のトリメチルアルミニウムがイオン交換水と反応し、1つの原子層が基材上に堆積された。

[0116] なお、ポリエステルフィルムの搬送速度は、第三ゾーン203における必要なパージ時間によって決められた。

また、第一ゾーン201、第二ゾーン202、及び第三ゾーン203の温度は、すべて90℃に保たれた。

[0117] また、図1に示す原子層堆積巻き取り成膜装置100として、1回の搬送

で3サイクルの原子層堆積が行われる装置が示されている。しかしながら、実際には、100サイクルが可能な装置が用意され、100サイクルの原子層堆積が行われた。

[0118] この結果、ポリエステルフィルムに形成された酸化アルミニウム膜の厚みは10nmであった。

搬送中の巻き取り可能な基材105に座屈が確認されたが、開口部107との擦れは確認されなかった。

また、酸化アルミニウム膜の水蒸気透過度を測定した。

[0119] <比較例2>

図1に示した原子層堆積巻き取り成膜装置100を用い、巻き取り可能な基材105として、厚みが25 μ mのポリエステルフィルムを使用した。

[0120] 巻き取り可能な基材105としてのポリエステルフィルムは、巻き出しローラ101の位置に取り付けられた。それから、第三ゾーン203に搬送され、第三ゾーン203のガイドローラ401cおよびニップローラ502cを経て、第一ゾーン201に搬送された。

巻き取り可能な基材105の搬送テンションを10N/幅として設定した状態で搬送をおこなった。

[0121] 第一ゾーン201には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第一前駆体として用いられたトリメチルアルミニウムとを導入した。

第一ゾーン201の圧力が、おおよそ50Paになるように、第一ゾーン201に対して供給するガスの流量301およびドライポンプによる排気(減圧)量304aを調整した。

ガイドローラ401aおよびニップローラ502aによって第一ゾーン201内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面にトリメチルアルミニウムの飽和吸着がおこなわれた。

[0122] 両面にトリメチルアルミニウムが飽和吸着したポリエステルフィルムは、再び第三ゾーン203に搬送された。第三ゾーン203には不活性ガスとして窒素ガスを導入した。第三ゾーン203の圧力がおおよそ50.5Paに

なるように、ガスの流量 303 を調整した。第三ゾーン 203 内を移動する間に、余剰のトリメチルアルミニウムはパージされた。十分なパージの後、第三ゾーン 203 のガイドローラ 401 c およびニップローラ 502 c によって、第二ゾーン 202 に搬送された。

[0123] 第二ゾーン 202 には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第二前駆体として用いられたイオン交換水とを導入した。第二ゾーン 22 の圧力が、おおよそ 50 Pa になるように、第二ゾーン 202 に対して供給するガスの流量 302 およびドライポンプによる排気（減圧）量 304 b を調整した。

ガイドローラ 401 b およびニップローラ 502 b によって第二ゾーン 202 内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面のトリメチルアルミニウムがイオン交換水と反応し、1つの原子層が基材上に堆積された。

[0124] なお、ポリエステルフィルムの搬送速度は、第三ゾーン 203 における必要なパージ時間によって決められた。

また、第一ゾーン 201、第二ゾーン 202、及び第三ゾーン 203 の温度は、すべて 90℃に保たれた。

[0125] また、図 1 に示す原子層堆積巻き取り成膜装置 100 として、1回の搬送で 3 サイクルの原子層堆積が行われる装置が示されている。しかしながら、実際には、100 サイクルが可能な装置が用意され、100 サイクルの原子層堆積が行われた。

[0126] この結果、ポリエステルフィルムに形成された酸化アルミニウム膜の厚みは 10 nm であった。

搬送中のラミネート付き巻き取り可能な基材 115 に座屈および開口部 107 との擦れが確認された。

また、酸化アルミニウム膜の水蒸気透過度を測定した。

[0127] 上記の実施例 1 および比較例 1、比較例 2 における酸化アルミニウム膜の水蒸気透過度測定は、以下の方法でおこなった。

[0128] <評価方法>

水蒸気透過度をMOCON法（同圧法）により測定した。用いた測定器は、MOCON AQUATRAN model 1（MOCON社の超高感度水蒸気透過度測定装置AQUATRAN）により、40℃、90%Rhにて測定した。

表1に、実施例1および比較例1、比較例2における酸化アルミニウム膜の水蒸気透過度および、傷の発生状況を示す。

[0129] [表1]

	実施例1	比較例1	比較例2
水蒸気透過度 [mg/(m ² ·day)]	0.8	9.5	530.0
傷（目視）	無し	無し	有り

[0130] これにより、貼り合わせをおこなった実施例1では、傷が無く、水蒸気透過度が低いことがわかる。

[0131] <実施例2>

図1に示した原子層堆積巻き取り成膜装置100を用い、基材105として、厚みが25μmのポリエステルフィルムを使用した。また、搬送補助材113として、厚みが50μm、ポリエチレンテレフタレート（PET）に対して0.2N/25mmの粘着力を有する粘着剤付きポリエステルフィルムを使用した。

また、この搬送補助材113は、既に2回、他の基材と貼り合せた後に剥離されて巻き取られた搬送補助材である。

[0132] 巻き出しロール101の位置に取り付けられた基材105としてのポリエステルフィルムは、ラミネートロール111から引き出された搬送補助材113としてのポリエステルフィルムと貼り合わされ、ラミネートされた巻き取り可能な基材115として搬送された。

[0133] そして、ラミネートされた巻き取り可能な基材115は、第三ゾーン203に搬送され、第三ゾーン203のガイドローラ401cおよびニップローラ502cを経て、第一ゾーン201に搬送された。

第一ゾーン201に進入した際のラミネートされた巻き取り可能な基材115の搬送テンションを50N／幅として設定した状態で搬送した。

[0134] 第一ゾーン201には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第一前駆体として用いられたトリメチルアルミニウムとを導入した。

第一ゾーン201の圧力が、おおよそ50Paになるように、第一ゾーン201内の排気量および第一前駆体の流量を調整した。

ガイドローラ401aおよびニップローラ502aにより、第一ゾーン201内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面にトリメチルアルミニウムの飽和吸着が行われた。

[0135] 両面にトリメチルアルミニウムが飽和吸着したポリエステルフィルムは、再び、第三ゾーン203に搬送された。第三ゾーン203には、不活性ガスとして窒素ガスを導入した。第三ゾーン203の圧力は、おおよそ50.5Paになるように、第三ゾーン203の不活性ガスの流量を調整した。第三ゾーン203内を移動する間に、余剰のトリメチルアルミニウムはパージされた。十分なパージの後、第三ゾーン203のガイドローラ401cおよびニップローラ502cによって、ポリエステルフィルムは、第二ゾーン202に搬送された。

[0136] 第二ゾーン202には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第二前駆体として用いられたイオン交換水とを導入した。第二ゾーン202の圧力が、おおよそ50Paになるように、第二ゾーン202に対して供給するガスの流量およびドライポンプによる第二ゾーン202内の排気（減圧）量を調整した。

ガイドローラ401bおよびニップローラ502bによって第二ゾーン202内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面のトリメチルアルミニウムがイオン交換水と反応し、ポリエステルフィルム上に1つの原子層が堆積された。

[0137] ポリエステルフィルムの搬送速度は、第三ゾーン203における必要なパージ時間によって決められた。

また、第一ゾーン201、第二ゾーン202および第三ゾーン203の温度は、全て90℃に保たれた。

[0138] また、図1に示す原子層堆積巻き取り成膜装置100として、1回の搬送で3サイクルの原子層堆積が行われる装置が示されているが、実際には、100サイクルが可能な装置が用意され、100サイクルの原子層堆積が行われた。

[0139] この結果、ポリエステルフィルムに形成された酸化アルミニウム膜の厚みは10nmであった。

搬送中のラミネートされた巻き取り可能な基材115に座屈および開口部107との擦れは確認されなかった。

また、形成された酸化アルミニウム膜の水蒸気透過度を測定した。

[0140] <比較例3>

図1に示した原子層堆積巻き取り成膜装置100を用い、基材105として、厚みが25 μ mのポリエステルフィルムを使用した。また、搬送補助材113として、厚みが38 μ m、ポリエチレンテレフタレート（PET）に対して0.5N/25mmの粘着力を有する粘着剤付きポリエステルフィルムを使用した。

また、この搬送補助材113は、既に2回、他の基材と貼り合せた後に剥離されて巻き取られた搬送補助材である。

[0141] 巻き出しロール101の位置に取り付けられた基材105としてのポリエステルフィルムは、ラミネートロール111から引き出された搬送補助材113としてのポリエステルフィルムと貼り合わされ、ラミネートされた巻き取り可能な基材115として搬送される。

[0142] そして、ラミネートされた巻き取り可能な基材115は、第三ゾーン203に搬送され、第三ゾーン203のガイドローラ401cおよびニップローラ502cを経て、第一ゾーン201に搬送された。

第一ゾーン201に進入した際のラミネートされた巻き取り可能な基材115の搬送テンションを20N/幅として設定した状態で搬送した。

[0143] 第一ゾーン201には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第一前駆体として用いられたトリメチルアルミニウムとを導入した。

第一ゾーン201の圧力が、おおよそ50Paになるように、第一ゾーン201内の排気量および第一前駆体の流量を調整した。

ガイドローラ401aおよびニップローラ502aにより、第一ゾーン201内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面にトリメチルアルミニウムの飽和吸着が行われた。

[0144] 両面にトリメチルアルミニウムが飽和吸着したポリエステルフィルムは、再び、第三ゾーン203に搬送された。第三ゾーン203には、不活性ガスとして窒素ガスを導入した。第三ゾーン203の圧力は、おおよそ50.5Paになるように、第三ゾーン203の不活性ガスの流量を調整した。第三ゾーン203内を移動する間に、余剰のトリメチルアルミニウムはパージされた。十分なパージの後、第三ゾーン203のガイドローラ401cおよびニップローラ502cによって、ポリエステルフィルムは、第二ゾーン202に搬送された。

[0145] 第二ゾーン202には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第二前駆体として用いられたイオン交換水とを導入した。第二ゾーン202の圧力が、おおよそ50Paになるように、第二ゾーン202に対して供給するガスの流量およびドライポンプによる第二ゾーン202内の排気（減圧）量を調整した。

ガイドローラ401bおよびニップローラ502bによって第二ゾーン202内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面のトリメチルアルミニウムがイオン交換水と反応し、ポリエステルフィルム上に1つの原子層が堆積された。

[0146] なお、ポリエステルフィルムの搬送速度は、第三ゾーン203における必要なパージ時間によって決められた。

また、第一ゾーン201、第二ゾーン202および第三ゾーン203の温度は、全て90℃に保たれた。

[0147] また、図1に示す原子層堆積巻き取り成膜装置100として、1回の搬送で3サイクルの原子層堆積が行われる装置が示されているが、実際には、100サイクルが可能な装置が用意され、100サイクルの原子層堆積が行われた。

[0148] この結果、ポリエステルフィルムに形成された酸化アルミニウム膜の厚みは10nmであった。

搬送中のラミネートされた巻き取り可能な基材115に座屈および開口部107との擦れは確認されなかった。

また、形成された酸化アルミニウム膜の水蒸気透過度を測定した。

[0149] <比較例4>

図1に示した原子層堆積巻き取り成膜装置100を用い、基材105として、厚みが50 μ mのポリエステルフィルムを使用した。

[0150] 巻き出しロール101の位置に取り付けられた基材105としてのポリエステルフィルムは、第三ゾーン203に搬送され、第三ゾーン203のガイドローラ401cおよびニップローラ502cを経て、第一ゾーン201に搬送された。

第一ゾーン201に進入した際の基材105の搬送テンションを50N/幅として設定した状態で搬送した。

[0151] 第一ゾーン201には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第一前駆体として用いられたトリメチルアルミニウムとを導入した。

第一ゾーン201の圧力が、おおよそ50Paになるように、第一ゾーン201内の排気量および第一前駆体の流量を調整した。

ガイドローラ401aおよびニップローラ502aにより、第一ゾーン201内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面にトリメチルアルミニウムの飽和吸着が行われた。

[0152] 両面にトリメチルアルミニウムが飽和吸着したポリエステルフィルムは、再び、第三ゾーン203に搬送された。第三ゾーン203には、不活性ガスとして窒素ガスを導入した。第三ゾーン203の圧力は、おおよそ50.5

Paになるように、第三ゾーン203のガスの流量を調整した。第三ゾーン203内を移動する間に、余剰のトリメチルアルミニウムはパージされた。十分なパージの後、第三ゾーン203のガイドローラ401cおよびニップローラ502cによって、ポリエステルフィルムは、第二ゾーン202に搬送された。

[0153] 第二ゾーン202には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第二前駆体として用いられたイオン交換水とを導入した。第二ゾーン202の圧力が、おおよそ50Paになるように、第二ゾーン202に対して供給するガスの流量およびドライポンプによる第二ゾーン202内の排気（減圧）量を調整した。

ガイドローラ401bおよびニップローラ502bによって第二ゾーン202内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面のトリメチルアルミニウムがイオン交換水と反応し、ポリエステルフィルム上に1つの原子層が堆積された。

[0154] なお、ポリエステルフィルムの搬送速度は、第三ゾーン203における必要なパージ時間によって決められた。

また、第一ゾーン201、第二ゾーン202および第三ゾーン203の温度は、全て90℃に保たれた。

[0155] また、図1に示す原子層堆積法巻取り成膜装置100として、1回の搬送で3サイクルの原子層堆積が行われる装置が示されているが、実際には、100サイクルが可能な装置が用意され、100サイクルの原子層堆積が行われた。

[0156] この結果、ポリエステルフィルムに形成された酸化アルミニウム膜の厚みは10nmであった。

搬送中の基材105に座屈が確認されたが、開口部107との擦れは確認されなかった。

また、その酸化アルミニウム膜の水蒸気透過度を測定した。

[0157] <比較例5>

図 1 に示した原子層堆積法巻取り成膜装置 100 を用い、基材 105 として、厚みが $25\ \mu\text{m}$ のポリエステルフィルムを使用した。

[0158] 巻き出しロール 101 の位置に取り付けられた基材 105 としてのポリエステルフィルムは、第三ゾーン 203 に搬送され、第三ゾーン 203 のガイドローラ 401 c およびニップローラ 502 c を経て、第一ゾーン 201 に搬送された。

第一ゾーン 201 に進入した際の基材 105 の搬送テンションを $10\text{ N}/\text{幅}$ として設定した状態で搬送した。

[0159] 第一ゾーン 201 には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第一前駆体として用いられたトリメチルアルミニウムとを導入した。

第一ゾーン 201 の圧力が、おおよそ 50 Pa になるように、第一ゾーン 201 内の排気量および第一前駆体の流量を調整した。

ガイドローラ 401 a およびニップローラ 502 a により、第一ゾーン 201 内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面にトリメチルアルミニウムの飽和吸着が行われた。

[0160] 両面にトリメチルアルミニウムが飽和吸着したポリエステルフィルムは、再び、第三ゾーン 203 に搬送された。第三ゾーン 203 には、不活性ガスとして窒素ガスを導入した。第三ゾーン 203 の圧力は、おおよそ 50.5 Pa になるように、第三ゾーン 203 のガスの流量を調整した。第三ゾーン 203 内を移動する間に、余剰のトリメチルアルミニウムはパージされた。十分なパージの後、第三ゾーン 203 のガイドローラ 401 c およびニップローラ 502 c によって、ポリエステルフィルムは、第二ゾーン 202 に搬送された。

[0161] 第二ゾーン 202 には、キャリアガスとして用いられた窒素ガスと、第二前駆体として用いられたイオン交換水とを導入した。第二ゾーン 202 の圧力が、おおよそ 50 Pa になるように、第二ゾーン 202 に対して供給するガスの流量およびドライポンプによる第二ゾーン 202 内の排気（減圧）量を調整した。

ガイドローラ401bおよびニップローラ502bによって第二ゾーン202内を移動しながら、ポリエステルフィルムの両面のトリメチルアルミニウムがイオン交換水と反応し、ポリエステルフィルム上に1つの原子層が堆積された。

[0162] なお、ポリエステルフィルムの搬送速度は、第三ゾーン203における必要なパージ時間によって決められた。

また、第一ゾーン201、第二ゾーン202および第三ゾーン203の温度は、全て90℃に保たれた。

[0163] また、図1に示す原子層堆積巻き取り成膜装置100として、1回の搬送で3サイクルの原子層堆積が行われる装置が示されているが、実際には、100サイクルが可能な装置が用意され、100サイクルの原子層堆積が行われた。

[0164] この結果、ポリエステルフィルムに形成された酸化アルミニウム膜の厚みは10nmであった。

搬送中の基材105に座屈が確認されたが、開口部107との擦れは確認されなかった。

また、その酸化アルミニウム膜の水蒸気透過度を測定した。

[0165] 上記の実施例2、並びに、比較例3、比較例4および比較例5にて形成した酸化アルミニウム膜の水蒸気透過度測定を、以下の方法で行った。

[0166] (評価方法)

「水蒸気透過度測定」

水蒸気透過度をMOCON法（同圧法）により測定した。測定器としては、MOCON

AQUATRAN model 1（MOCON社の超高感度水蒸気透過度測定装置AQUATRAN）を用い、40℃、90%Rhにて測定した。

表2に、実施例2、並びに、比較例3、比較例4および比較例5にて形成した酸化アルミニウム膜の水蒸気透過度を示す。

[0167] 「傷の発生状況」

実施例 2、並びに、比較例 3、比較例 4 および比較例 5 にて形成した酸化アルミニウム膜について、目視により傷の発生状況を確認した。

表 1 に、実施例 2、並びに、比較例 3、比較例 4 および比較例 5 にて形成した酸化アルミニウム膜の傷の発生状況を示す。

[0168] [表2]

	実施例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5
水蒸気透過度 mg/(m ² ・day)	0.8	0.9	9.5	530.0
傷の発生状況 (目視)	無し	無し	無し	有り

[0169] 表 2 の結果から、実施例にて形成した酸化アルミニウム膜は、水蒸気透過度および傷の発生状況において、比較例 3～5 にて形成した酸化アルミニウム膜よりも優れていることが分かる。

産業上の利用可能性

[0170] 本発明の原子層堆積法の巻き取り成膜装置により、薄い巻き取り状の基材にも、連続的に成膜をおこない、緻密な箔膜を形成することができる。活用例として、金銀系に用いられる金属光沢フィルム、食品包装のガスバリアフィルム、フィルムコンデンサーの電極、反射防止膜などの光学フィルムの製造に用いることができる。

符号の説明

[0171] 100…原子層堆積巻き取り成膜装置

101…巻き出しローラ

102…巻き取りローラ

103…巻き出し室（巻き出し装置）

103a, 104a…仕切り板

104…巻き取り室（巻き取り装置）

105…巻き取り可能な基材

106, 107, 107a, 107b…開口部

108…隔壁

- 1 1 1 …ラミネート基材ローラ
- 1 1 2 …デラミネート基材ローラ
- 1 1 3 …キャリア用ラミネート基材（搬送補助材）
- 1 1 5 …ラミネートされた巻き取り可能な基材（被成膜部材）
- 4 0 1, 4 0 1 a, 4 0 1 b, 4 0 1 c …ガイドローラ（保持部）
- 5 0 2, 5 0 2 a, 5 0 2 b, 5 0 2 c …ニップローラ（保持部）
- 2 0 1 …第一ゾーン（第一真空気室）
- 2 0 2 …第二ゾーン（第二真空気室）
- 2 0 3 …第三ゾーン（第三真空気室）
- 5 0 1 …ニップローラ式挟持搬送機構
- 5 0 3 …ラミネートローラ
- 5 0 4 …デラミネートローラ
- 6 0 1 …ガイドレール

請求の範囲

[請求項1]

原子層堆積巻き取り成膜装置であって、

基材と搬送補助材とをそれぞれ巻き出し、前記基材の一方の面に前記搬送補助材が剥離可能に積層された被成膜部材を形成し、前記被成膜部材を送り出すように構成される巻き出し装置と、

第一前駆体ガスが導入される第一真空気室と、

第二前駆体ガスが導入される第二真空気室と、

前記第一真空気室と前記第二真空気室との間に設けられ、パージガスが導入される第三真空気室と、

前記被成膜部材の幅方向両端部を保持する保持部を有し、前記被成膜部材を、前記第一真空気室、前記第二真空気室、および前記第三真空気室に搬送する搬送機構と、

前記搬送機構から送り出された前記被成膜部材の前記基材を巻き取る巻き取り装置と、

を備え、

前記搬送機構により、前記被成膜部材を前記第一真空気室および前記第二真空気室を交互に複数回通過させて、前記被成膜部材における前記基材の他方の面に原子層を堆積させて原子層堆積膜を形成する

原子層堆積巻き取り成膜装置。

[請求項2]

前記保持部は、前記被成膜部材の表面と裏面とから前記被成膜部材の幅方向の両端部を互いに挟持するローラを有し、前記ローラが、ガイドローラと、前記被成膜部材を前記ガイドローラとの間に挟持してニップするニップローラとを有する請求項1に記載の原子層堆積巻き取り成膜装置。

[請求項3]

前記巻き取り装置は、前記被成膜部材から前記搬送補助材を剥離した後、前記基材を巻き取るように構成される請求項1または2に記載の原子層堆積巻き取り成膜装置。

[請求項4]

前記基材に剥離可能に積層する前記搬送補助材は、前記基材と積層

する面に、 $0.001\text{ N}/25\text{ mm} \sim 5\text{ N}/25\text{ mm}$ の範囲の粘着力を有する請求項1または2に記載の原子層堆積巻き取り成膜装置。

[請求項5] 前記巻き取り装置が、前記搬送補助材を剥離し、前記剥離された搬送補助材を、再び、前記巻き出し装置が、成膜前の前記基材の一方の面に積層する搬送補助材として再利用する請求項1から4のいずれか一項に記載の原子層堆積巻き取り成膜装置。

[請求項6] 前記巻き取り装置は、前記被成膜部材を巻き取るように構成される請求項1または2に記載の原子層堆積巻き取り成膜装置。

[請求項7] 前記ガイドローラ及び前記ニップローラが、前記第一真空気室、前記第二真空気室、および前記第三真空気室のいずれかの室内に独立して配置される請求項2に記載の原子層堆積巻き取り成膜装置。

[請求項8] 長尺状の基材を搬送し、連続して前記基材上に原子層堆積膜を成膜する原子層堆積方法であって、

前記基材の搬送方向に対し搬送補助材を前記基材の一方の面に剥離可能に積層して被成膜部材を形成し、

前記被成膜部材を搬送するとともに、前記基材の他方の面に原子層を堆積させて原子層堆積膜を形成し、

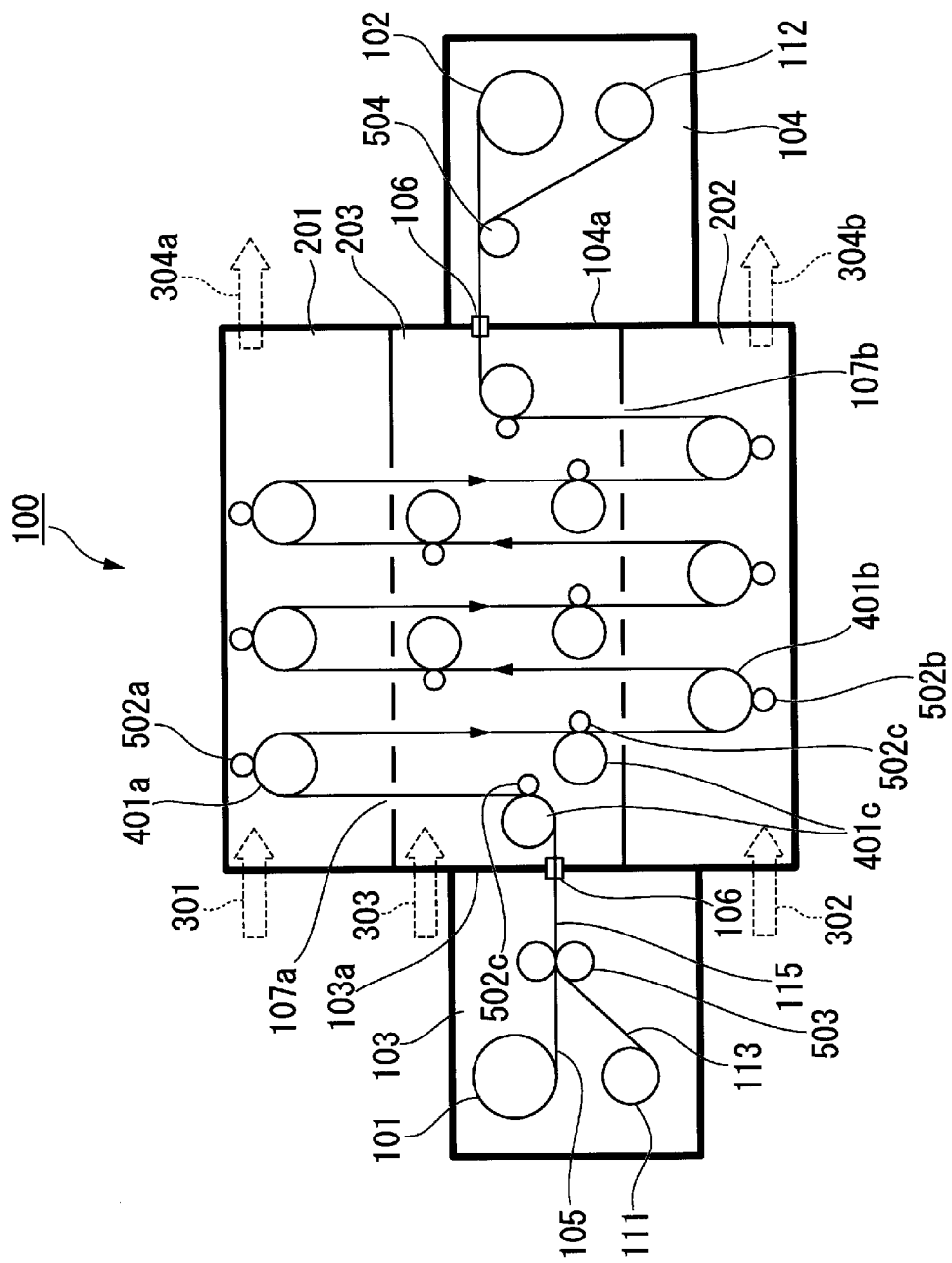
原子層堆積膜の成膜後の前記被成膜部材から前記搬送補助材を剥離し、原子層堆積膜積層体を取り出す原子層堆積方法。

[請求項9] 剥離した前記搬送補助材を前記基材の一方の面に積層する前記被成膜部材の形成に再利用する請求項8に記載の原子層堆積方法。

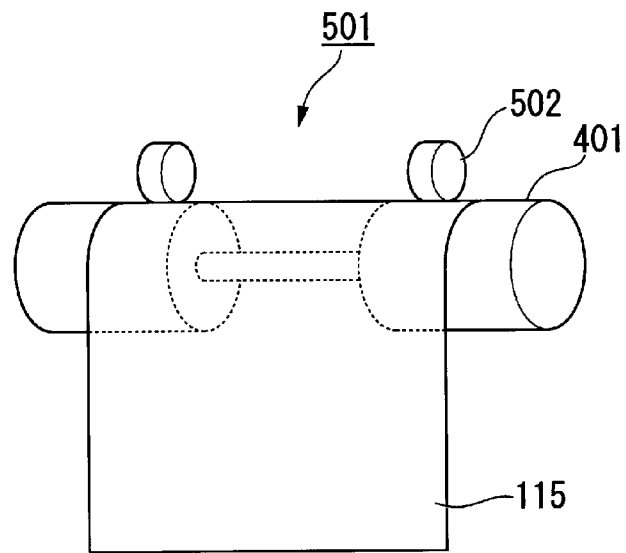
[請求項10] 前記基材に剥離可能に積層する前記搬送補助材は、前記基材と積層する面に、 $0.001\text{ N}/25\text{ mm} \sim 5\text{ N}/25\text{ mm}$ の範囲の粘着力を有する請求項8又は9に記載の原子層堆積方法。

[請求項11] 積層前の前記搬送補助材よりも厚みが薄い前記基材に原子層堆積膜を形成する請求項8から10のいずれか一項に記載の原子層堆積方法。

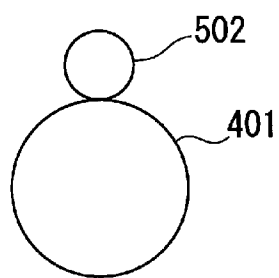
[図1]



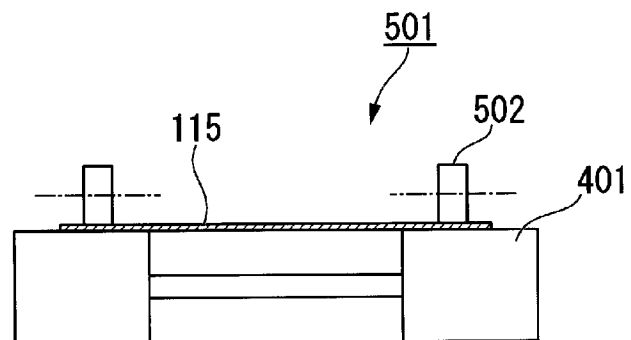
[図2]



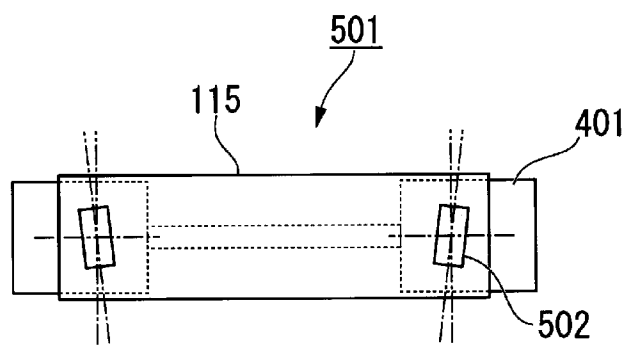
[図3]



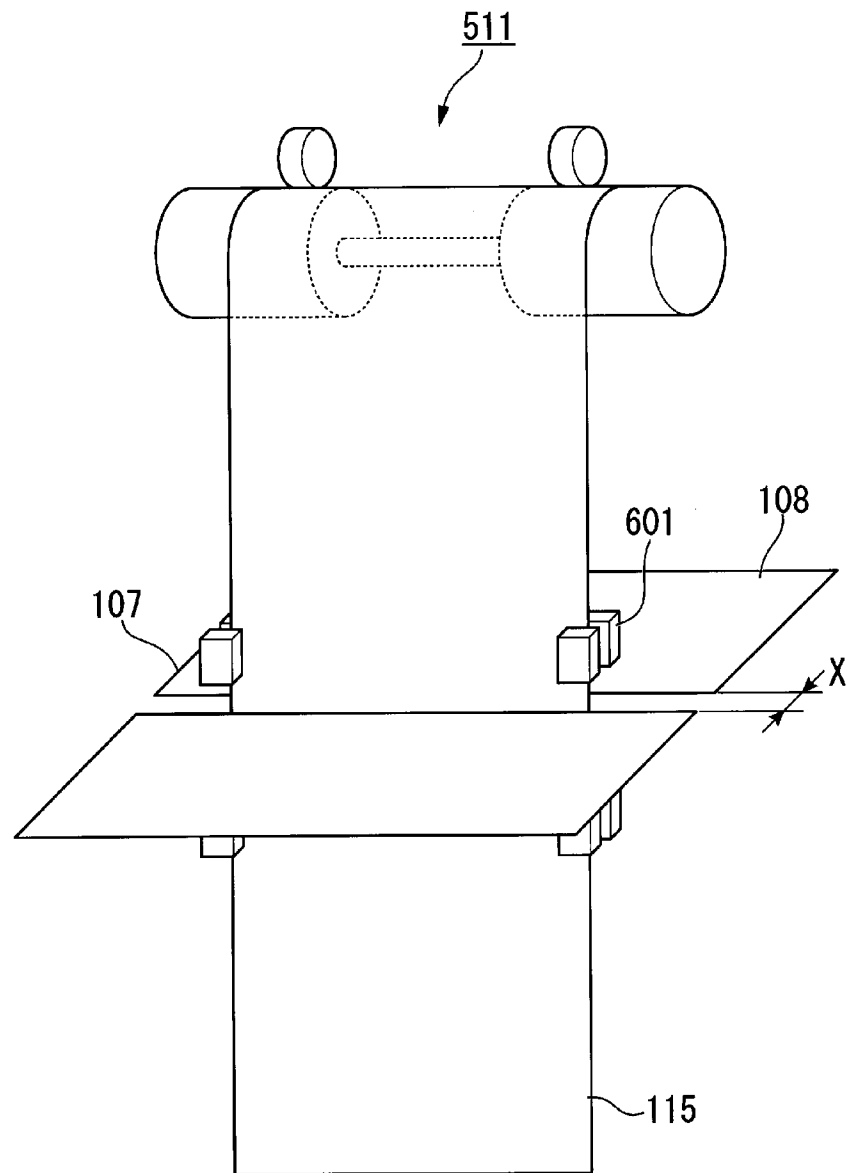
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/070445

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C16/54(2006.01)i, H01L21/31(2006.01)i, H01L21/316(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C23C16/54, H01L21/31, H01L21/316

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2013/180005 A1 (Toppan Printing Co., Ltd.), 05 December 2013 (05.12.2013), claim 1; paragraphs [0016] to [0038]; fig. 1 to 2C & US 2015/0083043 A1 paragraphs [0012] to [0054]; fig. 1 to 2C & EP 2860280 A1 & CN 104364420 A & KR 10-2015-0022782 A & TW 201408815 A	1-11
Y	JP 55-89335 A (Kabushiki Kaisha Otsuki Shoten), 05 July 1980 (05.07.1980), column 3, lines 2 to 16; column 4, line 1 to column 5, line 7; column 7, line 17 to column 8, line 13; column 9, lines 3 to 11; fig. 2 (Family: none)	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
29 September 2016 (29.09.16)

Date of mailing of the international search report
11 October 2016 (11.10.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/070445

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-22931 A (Teijin Ltd.), 06 February 1984 (06.02.1984), claim 1; page 2, lower left column, lines 12 to 18; page 3, upper left column, line 20 to page 4, upper right column, line 18; page 5, lower right column, line 12 to page 6, upper left column, line 15; page 6, lower left column, lines 16 to 20; fig. 1, 4 (Family: none)	1-11
Y	JP 2006-28609 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 02 February 2006 (02.02.2006), claim 1; paragraphs [0078] to [0081], [0098], [0115] to [0117]; fig. 1, 8 (Family: none)	1-5, 7-11
A	JP 59-56429 A (Sumitomo Bakelite Co., Ltd.), 31 March 1984 (31.03.1984), claims (Family: none)	1-11
A	JP 2012-169358 A (Toyota Motor Corp.), 06 September 2012 (06.09.2012), claims; fig. 1, 6 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C23C16/54(2006.01)i, H01L21/31(2006.01)i, H01L21/316(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C23C16/54, H01L21/31, H01L21/316

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2013/180005 A1（凸版印刷株式会社）2013.12.05, 請求項1, 段落0016-0038, 図1-2C & US 2015/0083043 A1, pars. 0012-0054, figs. 1-2C & EP 2860280 A1 & CN 104364420 A & KR 10-2015-0022782 A & TW 201408815 A	1-11
Y	JP 55-89335 A（株式会社大槻商店）1980.07.05, 第3欄第2-16行, 第4欄第1行-第5欄第7行, 第7欄第17行-第8欄第13行, 第9欄第3-11行, 図2（ファミリーなし）	1-11

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29.09.2016

国際調査報告の発送日

11.10.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山田 頼通

4G

5795

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 59-22931 A (帝人株式会社) 1984.02.06, 請求項 1, 第 2 頁左下欄第 12-18 行, 第 3 頁左上欄第 20 行-第 4 頁右上欄第 18 行, 第 5 頁右下欄第 12 行-第 6 頁左上欄第 15 行, 第 6 頁左下欄第 16-20 行, 図 1, 4 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2006-28609 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2006.02.02, 請求項 1, 段落 0078-0081, 0098, 0115-0117, 図 1, 8 (ファミリーなし)	1-5, 7-11
A	JP 59-56429 A (住友ベークライト株式会社) 1984.03.31, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2012-169358 A (トヨタ自動車株式会社) 2012.09.06, 特許請求の範囲, 図 1, 6 (ファミリーなし)	1-11